

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04259608 **Image available**
LIGHTING OPTICAL DEVICE

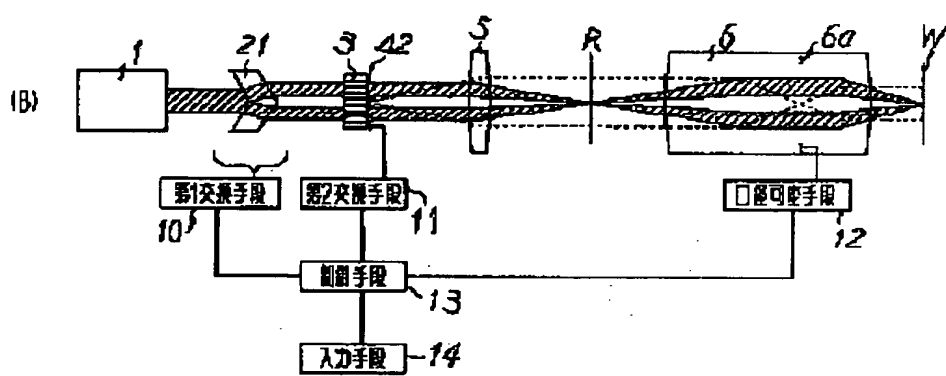
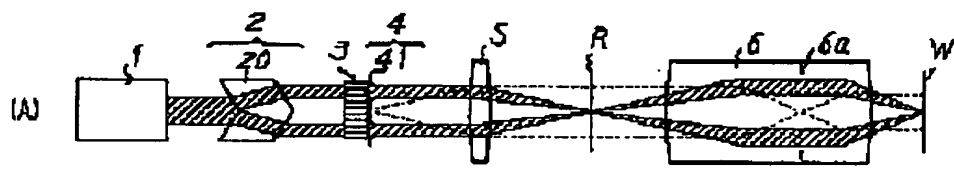
PUB. NO.: 05-251308 [*JP 5251308* A]
PUBLISHED: September 28, 1993 (19930928)
INVENTOR(s): MORI KOJI
APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 04-047409 [JP 9247409]
FILED: March 05, 1992 (19920305)
INTL CLASS: [5] H01L-021/027; G02B-027/00; G03B-027/32; G03F-007/20
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION
 INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography); 29.2 (PRECISION
 INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 43.4 (ELECTRIC POWER --
 Applications)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R129 (ELECTRONIC MATERIALS -- Super High
 Density Integrated Circuits, LSI & GS
JOURNAL: Section: E, Section No. 1486, Vol. 18, No. 8, Pg. 7, January
 07, 1994 (19940107)

ABSTRACT

PURPOSE: To enable the title device to uniformly illuminate a reticle as a surface to be irradiated with high illuminance by transforming a parallel luminous flux from a light source into a zone luminous flux by utilizing the refracting action of a conical refracting surface having recessing and projecting sections and forming secondary zone light sources by means of an optical integrator.

CONSTITUTION: A nearly parallel luminous flux supplied from a light source section 1 is transformed to a zone-like parallel luminous flux through a first prism member 20. Then a fly-eye lens 3 which acts as an optical integrator forms a plurality of two-dimensional zone light sources from the luminous flux transformed into the zone-like parallel luminous flux having a prescribed zone ratio by means of the member 20. An aperture stopping means 4 is provided at the light emitting position of the lens 3. The luminous fluxes from the two-dimensional zone light sources are condensed by means of a condenser lens 5 after passing through an aperture stop 41 and uniformly illuminate a pattern area on a reticle in an oblique direction so that the luminous fluxes can be superimposed upon another. Namely, the surface to be illuminated can be uniformly illuminated under a high illuminating efficiency.

C:\Program Files\Dialog\DialogLink\Graphics\D252.bmp



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-251308

(43) 公開日 平成5年(1993)9月28日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 2 B 27/00		E 9120-2K		
G 0 3 B 27/32		F 9017-2K		
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 1 1 S
			審査請求 未請求	請求項の数4(全7頁)

(21) 出願番号 特願平4-47409

(22) 出願日 平成4年(1992)3月5日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 森 孝司

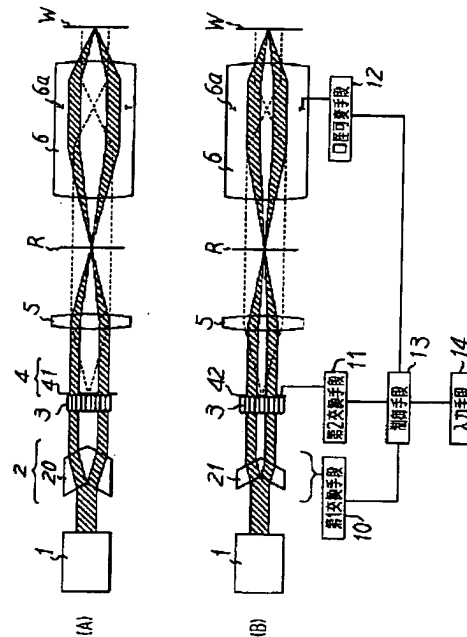
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

(54) 【発明の名称】 照明光学装置

(57) 【要約】

【目的】 輪帯状の2次的光源を何ら遮光することなく形成し、高い照明効率のもとで被照射面を均一に傾斜照明できる高性能な照明光学装置を提供することを目的としている。

【構成】 光源手段とオプティカルインテグレータとの光路間に、ほぼ平行な光束を輪帯状光束に変換する輪帯状光束変換手段を設け、その輪帯状光束変換手段は、円錐状屈折面を有する構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ほぼ平行光束を供給する光源手段と、該光源手段からの平行光束によって複数の2次的な光源を形成するオプティカルインテグレータと、該オプティカルインテグレータによって形成された複数の2次的な光源からの光束を集光して被照射面を重畳的に照明するコンデンサーレンズとを有する照明光学装置において、前記光源手段と前記オプティカルインテグレータとの光路間に、ほぼ平行な光束を輪帯状光束に変換する輪帯状光束変換手段を設け、

該輪帯状光束変換手段は、円錐状屈折面を持つ光学部材を有する特徴とする照明光学装置。

【請求項2】 前記光学部材は、円錐状屈折面を持つ第1及び第2屈折部材を有し、

該第1及び第2屈折部材の内のいずれか一方が前記平行光路内に挿入可能に設けられることを特徴とする請求項1記載の照明光学装置。

【請求項3】 前記光学部材は、円錐状屈折面を有する第1及び第2屈折部材を有し、

該第1及び第2屈折部材は相対的な間隔が可変に設けられ、該間隔を変化させることにより、前記輪帯状光束径を可変とすることを特徴とする請求項1記載の照明光学装置。

【請求項4】 前記輪帯状光束変換手段と前記オプティカルインテグレータとの間に、アフォーカル変倍光学系を設け、該アフォーカル変倍光学系の変倍により前記輪帯状光束の外径を可変とすることを特徴とする請求項1乃至3記載の照明光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、被照射面を均一に照明する照明光学装置に関するものであり、特に半導体製造用の露光装置に好適な照明光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、LSIや超LSI等の半導体素子の製造は、レチクル上に形成された回路パターンを投影レンズを介してウエハ上に縮小投影する投影露光装置により行われている。しかしながら、より一層、微細なパターンをウエハ上に転写することが切望されており、これに対応するために多大な努力が続けられている。例えば、露光光の短波長化、及び投影レンズの開口数（以下NAと称する）の増大により、投影レンズの解像力向上への努力が続けられており、特に最近ではNAが0.5を越える投影レンズが実現されている。

【0003】 また、これに加えて、露光対象とするパターンの最小線幅等により照明条件を最適化することで投影レンズの解像力、焦点深度に対する努力も続けられている。例えば、特開昭59-155843号公報では、投影レンズのNAに対する照明光学系のNAの比率、即ち σ 値を

最適化することにより、所定パターンの解像力とコントラストとの適切なバランスを得るようにしたものが提案されている。

【0004】 また、近年においては、露光用照明光学装置内に設けられたフライアイレンズにより形成される2次的光源の形状を変化させることにより、投影レンズの解像力、焦点深度をより一層向上させる試みが提案されており、例えば、特開昭61-91622号公報にて提案されている。この公報には、2次的光源を形成するフライアイレンズの射出側の中央部を絞りにより遮光し、偏心光源を形成することにより、パターン寸法、焼き付け条件により、投影レンズの解像力、焦点深度の大幅なる改善が図られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 一般にこの種の露光用照明光学装置では、微細なパターンをウエハ上に転写する際に、スループットの向上のために、被照射面としてのマスク（またはレチクル）上では、より高い照度のもとでの均一な照明が要求される。ところが、特開昭61-91622号公報に提案されている照明装置では、輪帯状の2次的光源を得るために、フライアイレンズの射出側の中央部を遮光する絞りを配置している。このため、照射光の総量が減少して被照射面としてのマスク（以下レチクルと称する）上での照度が大幅に低下する。

【0006】 この結果、露光時間が長くなって、スループットの低下を免れないという問題があった。本発明は上記の問題を克服して、輪帯状の2次的光源を何ら遮光することなく形成し、高い照明効率のもとで被照射面を均一に照明できる高性能な照明光学装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記の目的を達成するために、例えば図1に示す如く、ほぼ平行光束を供給する光源手段1と、その光源手段2からの平行光束によって複数の2次的な光源を形成するオプティカルインテグレータ3と、そのオプティカルインテグレータ3によって形成された複数の2次的な光源からの光束を集光して被照射面Rを重畳的に照明するコンデンサーレンズ4とを有する照明光学装置において、上記光源手段1及びオプティカルインテグレータ3との光路間に、ほぼ平行な光束を輪帯状光束に変換する輪帯状光束変換手段2を設け、その輪帯状光束変換手段2は、円錐状屈折面を持つ光学部材を有するようにしたものである。

【0008】 そして、上記の基本構成に基づいて、その光学部材は、円錐状屈折面を持つ第1及び第2屈折部材（20、21）を有し、その第1及び第2屈折部材（20、21）の内のいずれか一方が前記平行光路内に挿入可能に設けられることが良い。これにより、高い照明効率のもとで輪帯状平行光束の外径に対する内径の比率を変化させることができる。

3

【0009】また、輪帯状光束変換手段2は、図2に示す如く、少なくとも一面に凸の円錐状屈折面または凹の円錐状屈折面を有する第1及び第2屈折部材(22, 23)を有し、その第1及び第2屈折部材(22, 23)は、相対的な間隔が可変に設けられ、その間隔を変化させることにより輪帯状光束径を可変としても良い。これにより、高い照明効率のもとで輪帯状平行光束の外径に対する内径の比率を連続的に変化させることができる。

【0010】さらには、図3に示す如く、輪帯状光束変換手段2とオプティカルインテグレータ3との間に、アフォーカル変倍光学系30を設けても良い。このアフォーカル変倍光学系の変倍により輪帯状光束の外径を連続的に変化させることができる。

【0011】

【作 用】本発明の装置では、輪帯状光束変換手段(凸の円錐状屈折面または凹の円錐状屈折面)の屈折作用によって、光源からの平行光束を何ら遮光することなく、輪帯状光束に変換でき、その結果、オプティカルインテグレータによって輪帯状の2次光源が形成できるので、従って、被照射面としてのレチクルを高照度のもとでの均一に照明できるため、スルーブットの低下を招くことはない。

【0012】また、輪帯状光束変換手段が凸の円錐状屈折面または凹の円錐状屈折面を持つ複数の部材を持つ構成とし、この複数の部材を交換可能あるいはこの複数の部材間の間隔を可変に設けることにより、高い照明効率のもとで輪帯状平行光束の外径に対する内径の比率、所謂輪帯比に変化させることができる。従って、任意の輪帯比を持つ2次光源を形成できるため、レチクルR上のパターンを最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。

【0013】さらに、照明光学系内にアフォーカル変倍光学系を設ければ、そのアフォーカル変倍光学系の変倍により輪帯比を一定に維持しながら輪帯状平行光束の径(外径)を可変にできる。従って、輪帯状光束変換手段によって輪帯比を変化でき、アフォーカル変倍光学系によって輪帯比を変えることなく輪帯状平行光束を変化させるため、輪帯比と輪帯状平行光束の径(外径)を独立にコントロールできる。

【0014】

【実施例】図1は、本発明の第1実施例による構成を示したものであり、図1において(A)は第1の輪帯光束変換状態、(B)は第2の輪帯光束変換状態を示している。以下、図1を参照しながら第1実施例について詳述する。図1(A)に示す如く、光源部1からほぼ平行な光束を供給される。この光源部1は、水銀アーク灯、楕円鏡及びコリメータレンズを有し、この水銀アーク灯からの光(例えば、g線(436nm)、i線(365nm)等の光)は、楕円鏡によって集光された後、コリメータレンズにより平行光束に変換される。また、光源部1は、K r F

4

のレーザ光源としてのエキシマレーザ光源とビーム径を整形するビームエキスパンダを有し、エキシマレーザ光源からの光をビームエキスパンダを介してビーム整形された平行光束を供給するものでも良い。

【0015】光源部1から供給されるほぼ平行光束は、斜線で示す如く、第1プリズム部材20を通過し、ここで輪帯状平行光束に変換される。この第1プリズム部材20は、入射側に凹の円錐状屈折面を持つと共に射出側に凸の円錐状屈折面を持ち、図1(B)に示す如く、第1交換手段10によって第2プリズム部材21と交換可能に設けられている。この第2プリズム部材21は、入射側に凹の円錐状屈折面を持つと共に射出側に凸の円錐状屈折面を持ち、第1プリズム部材20よりも軸上厚(頂点間の距離)が薄くなる如く構成されている。

【0016】そして、第1プリズム部材20により変換された図1(A)の輪帯状平行光束は、第1プリズム部材20により変換された図1(B)の輪帯状平行光束と比べると、輪帯の幅は一定であるが輪帯状平行光束の外径が大きく変換される。このため、各プリズム部材(20, 21)により形成される輪帯状平行光束の内径と外径をそれぞれを r_1 , r_2 とすると、図1(A)に示した第1プリズム部材20により変換された輪帯状平行光束は、図1(B)に示した第2プリズム部材21により変換された輪帯状平行光束よりも、輪帯比(r_1 / r_2)が小さくなる。従って、各プリズム部材(20, 21)を光路内に挿入することによって、輪帯比が可変にできることが分かる。なお、本実施例では、第1プリズム部材20と第2プリズム部材21とで輪帯光束変換部2が構成される。

【0017】さて、図1(A)に戻って、第1プリズム部材20によって所定の輪帯比を持つ輪帯状平行光束に変換された光束は、オプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ3により輪帯状の複数の2次の光源が形成される。このフライアイレンズ3は、複数の棒状レンズ素子の集合体で構成され、輪帯状光束がフライアイレンズ3を通過すると、フライアイレンズ3の射出側には各棒状レンズ素子によって輪帯状の複数の2次の光源像が形成され、ここには、実質的に輪帯状の面光源が形成される。従って、プリズム部材(20, 21)の交換によってフライアイレンズ3に入射する輪帯平行光束径並びに輪帯比が変化するため、輪帯状の2次の光源像の大きさ及び輪帯比が可変となる。

【0018】この輪帯状の2次の光源像が形成されるフライアイレンズ3の射出側の位置には、輪帯状平行光束を正確に規定する開口絞り手段4が設けられており、この開口絞り手段4は、所定の輪帯状の口径を持つ開口絞り41及び42を有しており、開口絞り41は、第2プリズム部材21に挿入により連動して、第2交換手段11によって別の輪帯状の口径並びに輪帯比を有する開口絞り42と交換可能に設けられている。

【0019】さて、開口絞り41を介した輪帯状の2次の光源からの光束は、斜線で示す如く、コンデンサーレンズ5により集光されて、レチクルR上のパターン領域を斜め方向から重畳するように均一照明する。すると、投影レンズ6（投影光学系）によってウエハW上には、レチクルR上の回路パターン像が形成される。従って、ウエハW上に塗布されたレジストが感光されて、ここにはレチクルRの回路パターン像が転写される。投影光学系6の瞳（入射瞳）位置には、口径可変な開口絞り6aが設けられており、この開口絞り6aは、口径可変手段12によって所定の口径に設定される。なお、開口絞り6aは、図1の点線で示す如く、フライアイレンズ3の射出側に設けられた開口絞り6と共役設けられている。

【0020】次に、本実施例による動作について説明すると、まずキーボード等の入力手段14を介して順番に露光される各種のレチクルRに関する情報等が入力されると、この入力情報は制御手段13に入力される。この制御手段13は、各種のレチクルに関する最適な線幅、焦点深度等の情報を内部のメモリー部に記憶しており、第1交換手段10、第2交換手段及び口径可変手段12を制御する。

【0021】これらの第1交換手段10、第2交換手段及び口径可変手段12は、内部に駆動系を含んでおり、制御手段13からの制御信号に基づいて、最適な線幅、焦点深度とともにレチクルRを輪帯照明するために、プリズム部材（20、21）及び開口絞り（40、41）が選択的に設定される共に、開口絞り6の口径が設定される。

【0022】なお、レチクルRのパターン領域外に最適な線幅、焦点深度等の情報を含むバーコード等のマークを形成し、このマークを検知するマーク検知手段をレチクルRが設定される周辺部に設け、この検知情報を直接的に制御手段13へ入力できるようにしても良い。このように、プリズム部材（20、21）を適宜交換して、フライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源における大きさを及び輪帯比を変化させて、輪帯照明（あるいは傾斜照明）状態を変えると、レチクルR上のパターンを最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。

【0023】ここで、以上の構成によって得られる輪帯照明の効果を十分に引き出すには、フライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源の内径を d_1 、フライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源の外径を d_2 とすると、

$$1/3 \leq d_1 / d_2 \leq 2/3 \quad (1)$$

を満足するように輪帯光束径を設定することが望ましい。これにより、投影光学系の焦点深度を向上させて実用的な解像力の向上が達成となる。

【0024】条件（1）の下限値を越えると、輪帯状光

源の内径が小さくなり過ぎ、本発明による輪帯照明の効果が薄れ、投影光学系の焦点深度と解像度とを向上させることが困難となる。逆に条件（1）の上限を越えると、レチクル上では同じ線幅のパターンでも周期性の有無によりウエハ上に転写される線幅が異なり、レチクルパターンを忠実にウエハ上に転写することができなくなる。また、露光量変化に対する線幅の変化量が大きくなるため、所望の線幅のパターンをウエハ上に形成することが難しくなる。

【0025】さらに、本発明の輪帯照明による効果を最大限に得るためには、投影レンズ3のレチクルRの開口数を NA_1 、輪帯状の2次の光源の外径により決定される照明光学系の開口数を NA_2 とすると、以下の条件（2）を満足することが望ましい。

$$0.45 \leq NA_2 / NA_1 \leq 0.8 \quad (2)$$

この条件（2）の下限を越えると、輪帯照明によりレチクルを傾斜照明する光の入射角度が小さくなり、本発明による輪帯照明の効果を殆ど得ることができない。このため、輪帯照明を行うこと自体無意味となってしまう。逆に条件（2）の上限を越えると、空間像としての解像度は向上するものの、焦点深度が低下する。さらには、ベストフォーカスでのコントラストが大幅に低下するため好ましくない。

【0026】以上の如く、図1に示した第1実施例では、輪帯状平行光束を形成するために輪帯光束変換部材として、入射側に凹の円錐状屈折面を有すると共に射出側に凸の円錐状屈折面を有すると共に軸上厚が異なるプリズム部材（20、21）を交換可能に設けたが、図4に示す如く、入射側及び射出側に凸の円錐状屈折面を有するプリズム部材20（図4（A）参照）と、これと軸上厚が異なり入射側及び射出側に凸の円錐状屈折面を有するプリズム部材21（図4（B）参照）とを互いに交換可能に設けても良い。さらには、入射側に凹の円錐状屈折面を有すると共に射出側に凸の円錐状屈折面を有するプリズム部材と、入射側及び射出側に凸の円錐状屈折面を有するプリズム部材とを交換可能に設けても良い。

【0027】また、図1に示す本実施例では、2つのプリズム部材が互いに交換可能に設けられているが、2以上のプリズム部材が交換可能に設けられても良く、さらには、プリズムが光路内に挿入されないようにして、通常の照明を行えるようにしても良い。次に、本発明による第2実施例について図2を参照しながら説明する。本実施例において、第1実施例と異なる所は、輪帯状光束変換部2を間隔可変な2つのプリズム部材で構成して、輪帯状平行光束の輪帯比を連続的に変化させるようにした点である。なお、図2において図1と同一の機能を持つ部材には同じ符号を付してある。

【0028】図2に示す如く、輪帯状光束変換部2は、入射側に凹の円錐状屈折面を持つと共に射出側に平面を持つ第1プリズム部材22と、入射側に平面を持つと共

に射出側に凸の円錐状屈折面を持つ第2プリズム部材23とを有しており、この2つのプリズムは間隔可変手段15により移動可能に設けられている。なお、この間隔可変手段15は、駆動系を含んでおり、図1に示した第1実施例と同様に、制御手段13により制御される。

【0029】ここで、双方のプリズム部材(22, 23)の間隔が大きくなると、図2(A)に示す如く、これに入射する光源部1からの平行光束は、輪帯光束の外径が大きくなって輪帯比の小さい輪帯状平行光束に変換され、逆に双方のプリズム部材(22, 23)の間隔が狭くなると、図2(B)に示す如く、これに入射する光源部1からの平行光束は、輪帯光束の外径が小さくなって輪帯比の大きい輪帯状平行光束に変換される。

【0030】従って、プリズム部材(22, 23)の間隔を適宜変化させることにより、フライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源における大きさ及び輪帯比を連続的に変化させて、輪帯照明(あるいは傾斜照明)状態を変え、レチクルR上のパターンを最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。なお、本実施例においても、前述の条件(1)及び条件(2)を満足するような輪帯状光束とすることが望ましい。

【0031】なお、図5の(a)に示す如く、本実施例の輪帯状光束変換部2としての第1プリズム部材22と第2プリズム部材23との個々の向きを逆に配置し、この2つの部材の間隔を変化させても良い。この場合、図5の(b)に示す如く、2つのプリズム部材間の間隔が完全に無くなるまで接近させれば、通常の照明を行うことができる。

【0032】また、第1及び第2プリズム部材の形状はこれに限るものではなく、図6に示す如く、第2プリズム部材は入射側に凸の円錐状屈折面を持つと共に射出側に平面を持ち、第2プリズム部材は入射側に平面を持つと共に射出側に凸の円錐状屈折面を持つように構成しても良く、さらには、図7に示す如く、この2つのプリズムの個々の向きを逆に配置した構成でも良い。

【0033】次に、本発明による第3実施例について図3を参照しながら説明する。本実施例において、第2実施例と異なる所は、輪帯状光束変換部2としての2つのプリズム部材とフライアイレンズ3との間にアフォーカル変倍光学系30を配置して、輪帯状光束の輪帯比を連続的に変化させるのみならず輪帯光束の径(外径)を連続的に可変となるようにした点である。なお、図3において図1と同一の機能を持つ部材には同じ符号を付してある。

【0034】図3に示す如く、アフォーカル変倍光学系30は、光源側から順に、正屈折力の第1群30aと、負屈折力の第2群30bと、正屈折力の第3群30bとから構成され、この第2群30bと第3群30bとは、双方の間隔が変化するように移動可能に設けられてお

り、第2群30bと第3群30bとは、変倍手段31により移動する。なお、この変倍手段31は、駆動系を含んでおり、図1及び図2に示した第1実施例と同様に、制御手段13により制御される。

【0035】ここで、第2群30bと第3群30bとの間隔が大きくなると(最大倍率状態)、図3(A)に示す如く、これに入射する輪帯状平行光束は、輪帯光束の外径が大きい光束に変換され、逆に第2群30bと第3群30bとの間隔が狭くなると(最小倍率状態)、図3(B)に示す如く、これに入射する輪帯状平行光束は、輪帯光束の外径が狭い光束に変換される。

【0036】従って、第2群30bと第3群30bとの間隔、即ちアフォーカル変倍光学系30を適宜変化することによりフライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源の外径を連続的に変化させることができると共に、プリズム部材(22, 23)の間隔を適宜変化することによりフライアイレンズ3の射出側に形成される輪帯状の2次光源の輪帯比を連続的に変化させることができる。よって、輪帯状の2次光源の輪帯比及び輪帯状の2次光源の大きさ(外径)を連続的に独立制御できるため、最適な輪帯照明(あるいは傾斜照明)状態の設定の自由度が向上する。この結果、レチクルR上のパターンをより最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。このとき、本実施例においても、前述の条件(1)及び条件(2)を満足するように輪帯状光束を変化させることが望ましい。

【0037】なお、本実施例のアフォーカル変倍光学系30は、図1及び図2に示した実施例においても適用できることは言うまでもない。ところで、図1～図3に示した各実施例のフライアイレンズ3の射出側に設けられた開口絞り手段4の具体的な切り換え機構の一例を図8を参照しながら説明する。

【0038】図8に示す如く、円形の基板400上には、斜線で示す透過域を持つ8種類の絞りが円周方向に沿って設けられており、基板400は、この基板400内の1つの絞りが照明光路内に位置するようにOを中心として回転可能に設けられている。この基板400上には3種類の異なる輪帯比を持つ輪帯状の絞りが形成されており、絞り401は r_{11}/r_{21} の輪帯比を持つ輪帯状の透過領域を有し、絞り403は r_{12}/r_{22} の輪帯比を持つ輪帯状の透過領域を有し、絞り405は r_{13}/r_{21} の輪帯比を持つ輪帯状の透過領域を有している。

【0039】また、この基板400上には3種類の異なる輪帯比のもとで効率良く4つの偏心光源を形成するための絞りが形成されており、絞り402は r_{11}/r_{21} の輪帯比の輪帯光束内に4つの開口を有し、絞り404は r_{12}/r_{22} の輪帯比の輪帯光束内に4つの開口を有し、絞り406は r_{13}/r_{21} の輪帯比の輪帯光束内に4つの開口を有している。

【0040】さらに、この基板400上には2種類の通

常の照明を行うための円形の口径の絞りが形成されており、絞り407は $2r_{22}$ の円形口径を有しており、絞り408は $2r_{21}$ の円形口径を有している。従って、絞り401、403及び405の内的一方を選択して照明光路内へ位置させれば、3種類の異なる輪帯比を持つ輪帯光束を正確に規定(制限)でき、絞り402、404及び406の内的一方を選択して照明光路内へ位置させれば、3種類の異なる輪帯比のもとで効率の良い4つの偏心光源を形成することができるため、この4つの偏心光源による効率の良い傾斜照明が行える。また、絞り407及び408の内的一方を選択して照明光路内へ位置させれば、 σ 値の異なる通常照明を行うことができる。

【0041】なお、図8では、円形基板上の円周方向に沿って複数の絞りを設け、これを任意に選択するターレット式の切り換え機構の一例について説明したが、フライアイレンズ3の射出側に設けられている開口絞り41を開口絞り42と交換可能とせず、開口絞り41自体の口径可変に設けても良い。また、図1乃至図3に示した各実施例において2次光源を形成する手段としてフライアイレンズを用いたが、ロッド状の光学部材(ロッド

【0042】

【発明の効果】以上の如く、本発明によれば、輪帯状の2次の光源を何ら遮光することなく形成し、高い照明効率のもとで被照射面を均一に照明できる高性能な照明光学装置を達成できる。しかも、各実施例に示した装置によれば、高い照明効率のもとで、輪帯状の2次光源の大きさ及び輪帯比を可変にできるため、レチクルR上のパターンを最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。

【0043】また、第3実施例に示した装置によれば、

輪帯状の2次光源の輪帯比と大きさを独立に可変にできるため、最適な輪帯照明(あるいは傾斜照明)状態の設定の自由度が向上する。この結果、レチクルR上のパターンをより最適な線幅、焦点深度のもとでウエハ上に転写することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の第1実施例の構成を示す図である。

【図2】図2は本発明の第2実施例の構成を示す図である。

【図3】図3は本発明の第3実施例の構成を示す図である。

【図4】図4は本発明の第1実施例における第1及び第2プリズム部材の変形例を示す図である。

【図5】図5は本発明の第2実施例における第1及び第2プリズム部材の第1変形例を示す図である。

【図6】図5は本発明の第2実施例における第1及び第2プリズム部材の第2変形例を示す図である。

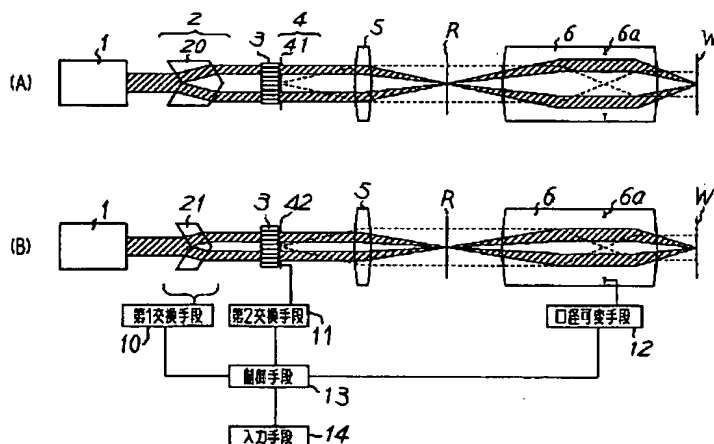
【図7】図5は本発明の第2実施例における第1及び第2プリズム部材の第3変形例を示す図である。

【図8】図8はフライアイレンズ3の射出側に設けられた開口絞りの切り換え機構の一例を示す図である。

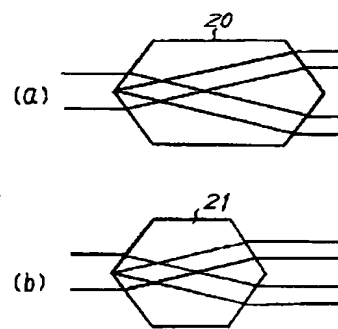
【主要部分の符号の説明】

- 1... 光源部
- 2... 輪帯光束変換部
- 3... フライアイレンズ
- 4、6a... 開口絞り
- 5... コンデンサーレンズ
- 6... 投影レンズ
- R... レチクル
- W... ウエハ

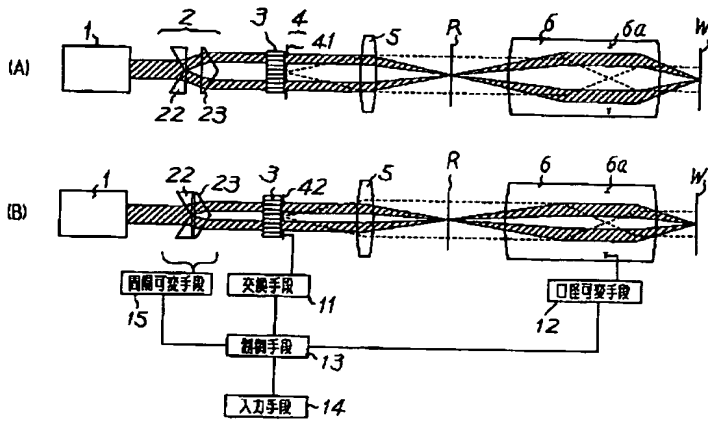
【図1】



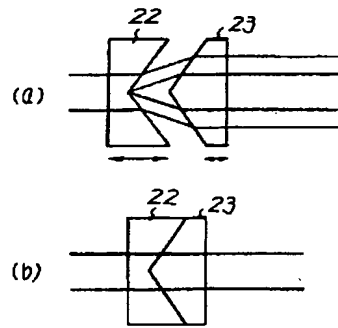
【図4】



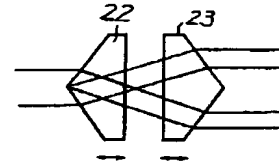
【図2】



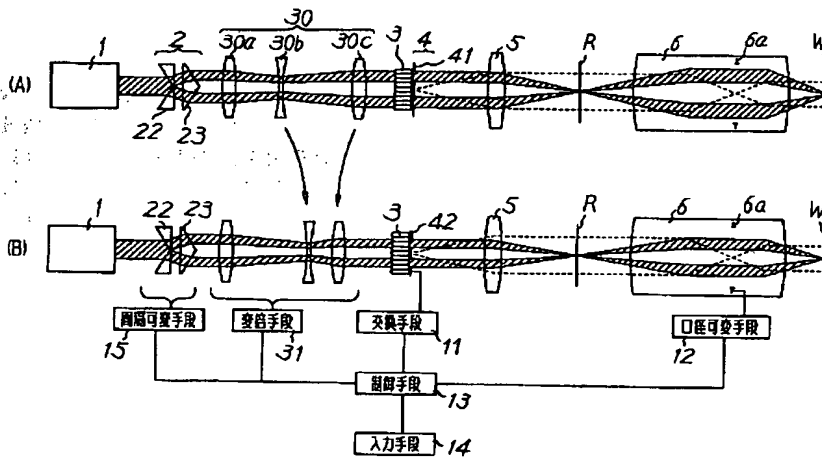
【図5】



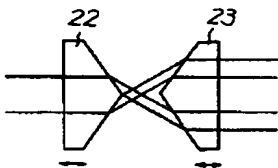
【図6】



【図3】



【図7】



【図8】

